

FORMACIÓN PARA EL APRENDIZAJE CONTINUO Y PARA EL TRABAJO EN GRUPO: GUIAS INTERACTIVAS MULTIMEDIA

Gustavo Ciancio, Oscar Landolfi, Patricia Torroba, Clelia Bordogna², Federico Blesa³ y Graciela Punte⁴

Cátedra de Física I e IMApEC, Departamento de Físicomatemática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata. 115 y 49, 1900, La Plata.
punte@fisica.unlp.edu.ar

Abstract

As physics teachers we faced the challenge to introduce our freshmen engineering students not only into the world of Physics but also into the skills and abilities necessary to learn, analyze and criticize different situations. Besides, to fulfill present professional requirements they need to learn to work within a team and report that work results. In this paper we show one of the instructional strategies we have developed to help freshmen university students to get those capacities and methods, which are basic for their future qualification. The didactic approach, which is also aimed to promote in the students commitment to topics not addressed in depth in the classroom, uses the tools provided by the new technologies and the findings of modern research on students learning. The multimedia guides produced are based in predictions and observation of real time and taped experiments. These are employed to introduce and lead groups of four students to learn (or to go deeper into), within the Newtonian frame, special topics like precession motion and real fluids static. As outcome of the proposed activities, the group should produce a written report and find practical application of the physical concepts addressed.

Keywords. Cooperative/collaborative learning; Dynamic visualizations; multimedia

² También pertenece al INIFTA. Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

³ Estudiante de licenciatura en audiovisión, Universidad Nacional de Lanús.

⁴ También pertenece al IFLP, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

Introducción

El contenido y las estrategias de enseñanza a utilizarse en los cursos introductorios de Ciencia, así como el marco teórico en el que los mismos se basan están en revisión a escala mundial. Los últimos 25 años han sido testigo del surgimiento y desarrollo, casi vertiginoso de la investigación en enseñanza de las ciencias (1-5). Los resultados de distintas investigaciones sugieren que muchas de las actividades propias de la investigación disciplinaria de las ciencias básicas pueden constituir un recurso importante para el logro del aprendizaje de conceptos estructurantes de las disciplinas (6). Esto lleva a un modelo de enseñanza cuya meta es promover en los alumnos no sólo cambios en su estructura conceptual, sino también en sus procedimientos y actitudes. Esto ha llevado a un consenso creciente sobre la necesidad de integrar contenidos teóricos con métodos, objetivos, concepciones epistemológicas, actitudes y valoraciones científicas a fin de favorecer el aprendizaje de las ciencias (7).

Por otra parte en el seno de la comunidad docente, han sido altamente aceptadas, las conclusiones a las que han arribado psicólogos y sociólogos, en el sentido que el proceso de aprendizaje que tiene lugar en los individuos de una sociedad, en particular en el ámbito escolar, se da en la medida en que quien aprende se convierte en un activo agente participante en la evolución de sus propios conocimientos, incluyendo su participación en grupos colaborativos (8-9), en contraposición a las viejas ideas que sugieren que el aprendizaje está vinculado a la recepción pasiva de información, conceptos, etc. El modelado del proceso de enseñanza-aprendizaje mediante una descripción del comportamiento colectivo de los estudiantes, utilizando un número reducido de parámetros que logran capturar la esencia del proceso confirmaría las hipótesis anteriores (10).

Las investigaciones anteriores han coincidido con la vertiginosa evolución de los conocimientos científicos y de la tecnología, hechos que han generado un volumen de información imposible de llevar al aula en los tiempos disponibles para el desarrollo de los cursos, tiempos que tienden a disminuir. Por otra parte esa misma evolución implica, fundamentalmente en el campo tecnológico, la necesidad de que los egresados de carreras universitarias de ingeniería estén entrenados para continuar su formación fuera de las aulas. Esto, que les permitirá ejercer la profesión en forma competente cualquiera sea el área de aplicación específica del ejercicio profesional, implica la necesidad de que la curricula contemple, además de los contenidos conceptuales, la formación de hábitos y la adquisición de metodologías de trabajo. Esta situación se presenta unida a la también actual realidad en nuestro medio: los alumnos que inician los cursos universitarios de Física no sólo están habituados a un aprendizaje pasivo sino que, en muchos casos se niegan a asumir un rol protagónico en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El conjunto

constituye un desafío para los que estamos comprometidos en el mejoramiento del proceso cognitivo, ya sea desde el rol docente o en nuestras tareas de investigación en el área. Una respuesta a esta problemática podría encontrarse en el diseño y empleo de estrategias didácticas motivadoras empleando las facilidades que nos brindan las nuevas tecnologías. La llamada revolución informática ha producido un impacto apreciable en el quehacer docente, el que se ha visto favorecido por el abaratamiento y accesibilidad de recursos didácticos casi inimaginable unos pocos años atrás (11). Numerosas experiencias de incorporación de la informática en el aula han dado lugar a una abundante bibliografía que muestra, que el docente actual reflexiona sobre la necesidad de su protagonismo en el cambio de paradigma educacional, condicionado por los desarrollos tecnológicos y el mercado laboral, que se está gestando en la sociedad (12-13)

Intentando internarnos en el campo del empleo de las nuevas tecnologías hemos desarrollado algunas guías interactivas sobre temas de mecánica utilizando las facilidades que brindan las tecnologías multimedia. En este trabajo mostraremos cómo se emplean experiencias paradójicas, filmadas y digitalizadas, para que la cámara sirva de guía en el descubrimiento de diversos comportamientos de un mismo sistema inducidos por la modificación de las condiciones iniciales, o de la diversidad de comportamientos de sistemas que parecen similares. Las guías suponen un trabajo de colaboración y discusión dentro de un grupo reducido de alumnos a quienes se les requiere predicción de comportamientos, revisión de bibliografía y realización y observación de experiencias como medio para el aprendizaje fuera de la actividad presencial en el aula. La realización del informe correspondiente constituye una instancia de evaluación.

Descripción de las guías

Las guías se abren dando la bienvenida y explicando que la actividad fue diseñada para realizarse en grupo. Se aclara, también, que para completar la actividad deben entregar al docente a cargo del grupo en las clases presenciales un informe que contenga todas las predicciones individuales y las conclusiones del grupo sobre las distintas situaciones y fenómenos analizados, así como el resultado de las búsquedas bibliográficas que se solicitan.

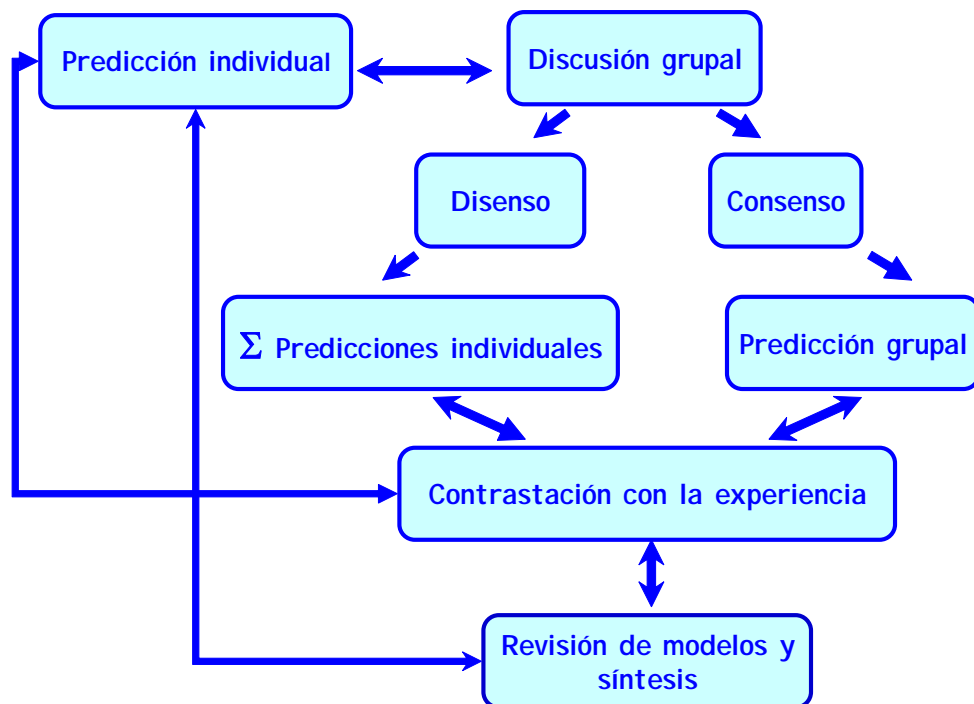
En particular incluyen el siguiente mensaje para los alumnos:

“La tarea que les proponemos consta de varias partes, en cada una de ellas les vamos a pedir que predigan comportamientos, que realicen experiencias u observen experiencias filmadas

para verificar si la predicción fue la correcta y si no lo fue que traten de modificar la hipótesis teniendo en cuenta los resultados experimentales y los modelos teóricos que Uds. han aprendido (es decir que se auto-corrijan). La tarea deben realizarla en un grupo de trabajo (3 o 4 alumnos) concertado con el ayudante (docente a cargo del grupo en las clases presenciales) y sirve para conformar parte de la evaluación. La nota se pondrá en base al informe que realicen al completar la actividad.

Forma de trabajo: Todas las preguntas que se hacen en la guía deben contestarlas por escrito, primero en forma individual y luego discutir las en el grupo para llegar a una respuesta común. En el informe tienen que estar todos los pasos, es decir: las predicciones individuales y la grupal, el resultado de la experiencia (o actividad) y el resultado de la auto-corrección para todas las actividades propuestas”

El esquema de organización de las guías es el siguiente:



Guía sobre flotación

La guía que se titula: “Mojar y Sumergir, ¿cuánto sabemos sobre los fluidos en equilibrio”, esta orientada a :

a) Generar en los alumnos un espíritu crítico sobre la presentación de algunos temas en los libros a través de la revisión de los modelos que permiten el análisis del equilibrio de cuerpos homogéneos y no homogéneos parcialmente sumergidos. Esta revisión conlleva el correcto aprendizaje de los conceptos comprendidos.

b) Llevar a los alumnos a analizar las limitaciones del modelo fluido ideal para explicar el fenómeno de mojado de superficies. Este análisis muestra la necesidad de introducir la noción de tensión superficial.

A título indicativo se incluye a continuación la descripción de una de las actividades:

CUARTA ACTIVIDAD: Tenemos ahora otros cuerpos: láminas de vidrio (densidad= $2,4\text{g/cm}^3$), y otro fluido: mercurio (densidad= $13,6\text{g/cm}^3$). ¿Qué pasará si depositamos el vidrio sobre el mercurio? ¿por qué?

Al avanzar en la guía se muestra la filmación de una mano que deposita cuidadosamente la lámina sobre el mercurio, ver Fig. 1 y el resultado de la experiencia, y se solicita a los alumnos que verifiquen si la predicción fue correcta.

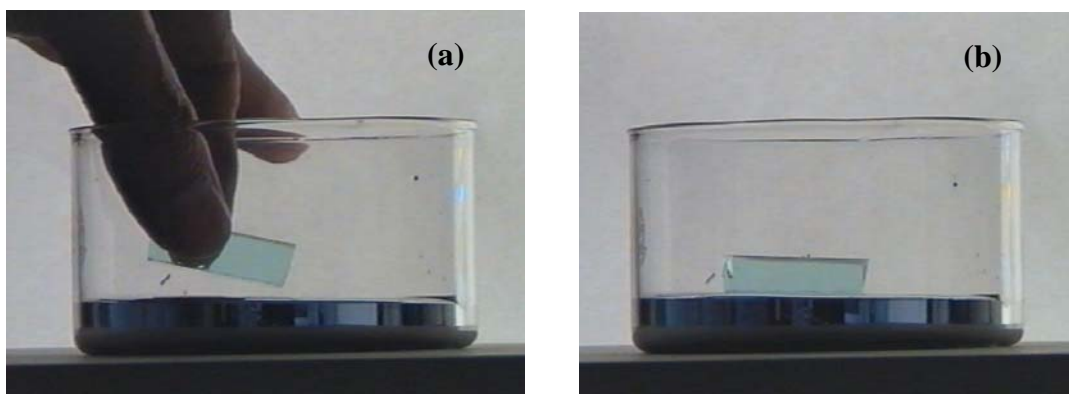


Figura 1. (a) Una lámina de vidrio es depositada en un recipiente con mercurio, (b) La lámina de vidrio flota sobre el mercurio.

En el cuadro siguiente se les propone analizar la siguiente situación:

Se tienen dos láminas de vidrio de 2 cm de espesor y densidad $2,4\text{g/cm}^3$ la primera, L_1 , se deposita en el fondo de un recipiente de vidrio al cual se lo llena lentamente con mercurio (densidad = $13,6\text{g/cm}^3$). La segunda, L_2 , se introduce en el mercurio cuando el recipiente está parcialmente lleno. De acuerdo con la predicción del grupo, cuál de la/s siguientes afirmaciones es correcta.

- a) L_1 flotará a mayor altura que L_2
- b) L_2 flotará a mayor altura que L_1
- c) Ambas flotarán a la misma altura

Seguidamente se pide a los alumnos que anoten los pasos seguidos para llegar a la predicción y avancen con el programa para ver la experiencia.

La filmación digitalizada muestra que L_1 no se desprende del fondo durante todo el tiempo de observación. Además, si se observa al sistema desde la boca del recipiente, Fig. 2 (b), puede percibirse (dado que el vidrio es transparente) que en el lapso en el que el mercurio no cubre al vidrio, no hay mercurio entre el recipiente y la lámina de vidrio L_1 . A continuación la cámara muestra que L_2 flota parcialmente sumergida en el mercurio.

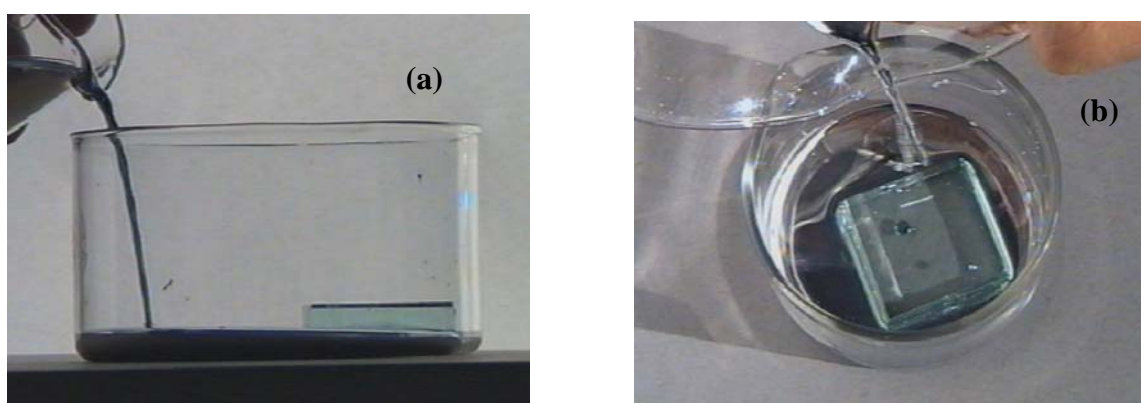


Figura 2: (a) Vista lateral del recipiente en el que se colocó a L_1 , mientras se introduce el mercurio.
(b) Vista superior del mismo recipiente donde se ve que no hay mercurio debajo de L_1

Vista la filmación se solicita a los alumnos que comparen las experiencias realizadas (o vistas) en las primeras partes de la guía (donde tablas de madera interactúan con agua) como las descritas aquí y que busquen alguna explicación para el diferente comportamiento temporal que presentan ambos sistemas analizados y que escriban todas sus explicaciones individuales, así como la explicación consensuada.

Finalmente se abre una pantalla en la que se explica el fenómeno de tensión superficial, se remite a los alumnos a la bibliografía (libros, apuntes, sitios en la WEB,...) y se les pide busquen al menos dos aplicaciones prácticas de dicho fenómeno. La descripción de las aplicaciones debe incluirse en el informe.

Guía sobre movimiento giroscópico

Esta guía está basada en el análisis de los movimientos que realiza una rueda de bicicleta, cuyo eje se monta en dos soportes diferentes.

La filmación de estos movimientos nos permite trasladar al contexto de un laboratorio virtual cuestiones básicas utilizadas en la resolución de problemas de lápiz y papel: Para explicar las observaciones los alumnos deberán utilizar las tres Leyes de Newton identificando la instancia en que cada una de ellas se está utilizando. Esta aproximación favorece la articulación teórico-práctica-experimental de una forma natural.

Experiencia 1: La rueda de bicicleta se monta de modo que el eje está centrado y sobresalga a ambos lados de ella, ver figura 3. La rueda se hace girar sobre su eje mediante la acción de un par externo o la acción de un motor.

Se solicita a los alumnos que identifique al sistema en estudio y que indiquen qué magnitudes necesitarían conocer o determinar experimentalmente para poder predecir la evolución temporal de su movimiento. Se incluyen en la guía la posibilidad de abrir una ventana en la que se determina la masa de la rueda, otra para sus dimensiones y una tercera en la que se muestran formas de determinar el momento de inercia y se da su valor a requerimiento de los alumnos. Se les solicita



Fig. 3. Rueda de bicicleta, mostrando punto de apoyo, distancia del punto central del eje al punto de apoyo y vector velocidad angular de rotación, ω .

luego que expliquen cuál es la condición inicial del sistema. Se pueden abrir ventanas en las que se ve a la rueda girando sobre su eje y a la que se le adiciona el vector velocidad angular, ω (que se puede medir) en la dirección del eje alrededor del que rota, constituyendo esta situación *la condición inicial* del sistema. (Aclaramos que las magnitudes escritas en "negrita" son de carácter vectorial). A continuación la filmación muestra al experimentador que apoya al eje de la rueda en el soporte, en un punto que está desplazado respecto del centro de masa del sistema (coincidente con el centro del eje). Se solicita a los alumnos que predigan el comportamiento siguiendo el mismo

esquema descrito en la guía anterior y se muestra la filmación en la que puede apreciarse que la rueda comienza a girar alrededor del punto de apoyo, mientras sigue girando alrededor de su eje. Luego se les pide a los alumnos que identifiquen la causa para este comportamiento. Es decir, por qué cambian la dirección de la velocidad angular ω , o en general, por qué cambia el momento de la cantidad de movimiento ($m\mathbf{v}$) en el tiempo que es "*el efecto*" visualizado en la pantalla. La guía identifica luego a "*la causa*", con la existencia de la acción del momento de la fuerza peso, τ . Se abre una ventana que a partir de una serie de preguntas guía a los alumnos a descubrir la analogía de esta situación con la respuesta de un móvil que se está trasladando con velocidad \mathbf{v} y al que se le aplica una \mathbf{F} perpendicular a \mathbf{v} (aplicación de la segunda ley de Newton al movimiento en un plano).

Experiencia 2.

Dispositivo: Con la misma rueda se arma un dispositivo diferente, el cual se muestra en la Fig. 4. En ella puede apreciarse que el eje de la rueda está sostenido de dos puntos (P y P'), situados simétricamente, mediante cables conectados a sendos resortes iguales, de constante recuperadora elástica k . Los resortes penden de una barra rígida, B, cuyo punto central, C, está unido a un soporte fijo, pero que permite al conjunto girar alrededor del eje E.

Actividad: Se presenta una filmación en la que puede verse que si se produce un giro de la barra soporte alrededor de C, el conjunto funciona como un péndulo de torsión (se pide a los alumnos que si no saben que es recurran a la WEB o a alguno de los libros disponibles en el aula). Si se generan las mismas condiciones iniciales que en la experiencia 1, es decir: se hace girar a la rueda alrededor de su eje mediante la acción de un par externo o la acción de un motor de modo que

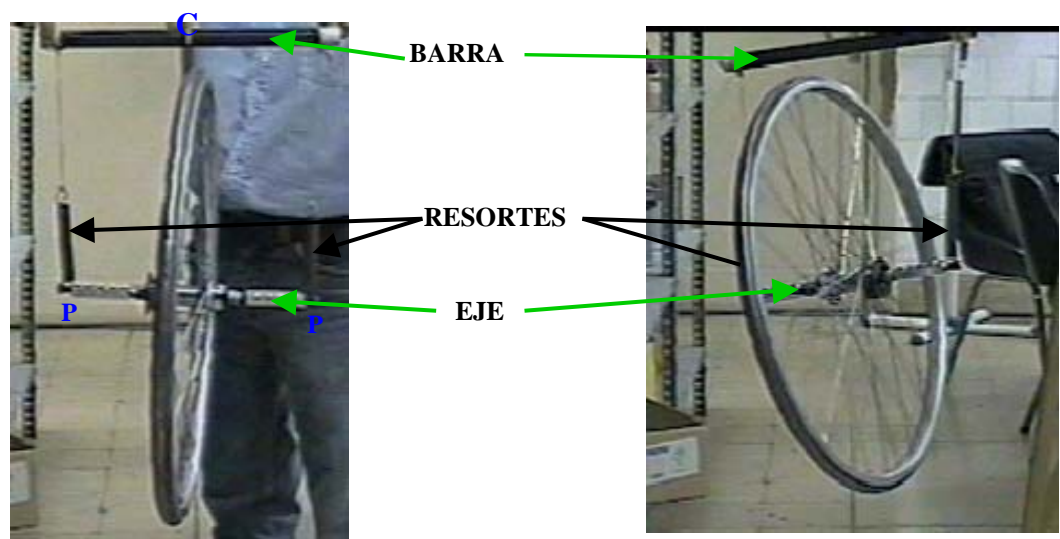


Figura 4. (a)Dispositivo experimental empleado en la actividad 2.
(b) Inclinación de la barra por el diferente alargamiento de los resortes

adquiera una cierta velocidad angular, ω , y, a posteriori, se realizan las acciones necesarias para producir un giro de la barra soporte alrededor de C. ¿Cuál espera que sea la evolución temporal del dispositivo como un todo? Los alumnos deben hacer la predicción individual y grupal y ver la filmación de la experiencia. Esta muestra la diferencia en el alargamiento de los resortes cuando a la barra soporte se la hace girar alrededor de C en sentidos opuestos Fig. 4b.

Luego se entra a una ventana en la que se explica el fenómeno de la siguiente manera. Si se produce un giro del soporte cuando la rueda está girando esto dará lugar a una variación del momento cinético, dL . Se vio como conclusión de la experiencia 1 que un cambio en L de magnitud dL sólo tendrá lugar si hay algún par externo, τ , actuando sobre el dispositivo. Y por acción y reacción el dispositivo originará un par igual y opuesto (tercera ley de Newton). Gracias al especial diseño del dispositivo que se está empleando, la aparición del par en el eje puede apreciarse por el distinto alargamiento de ambos resortes como función del tiempo transcurrido.

En última instancia se abre una ventana con una síntesis de la dinámica de la presesión y se plantea un problema de lápiz y papel pero con valores numéricos obtenidos en el proceso de medición (o sea afectados por su intervalo de incertidumbre) y se pide a los alumnos que busquen al menos una aplicación práctica del fenómeno analizado.

Comentario

La disponibilidad de los hipertextos y la digitalización de filmaciones han permitido generar un material didáctico que facilita el acercar a los alumnos a situaciones de laboratorio que no pueden realizarse fácilmente en el aula en cursos numerosos. Esto sucede cuando hay que manipular materiales tóxicos como el mercurio o cuando el tiempo disponible para profundizar en algunos temas es escaso. Por otra parte la forma en que se han desarrollado las guías está orientada a generar hábitos de observación crítica.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la UNLP por ayuda financiera, al Sr. Héctor Corcel Peralta, al Sr. Roccaforte y al Dr. Rodríguez el apoyo técnico brindado para la realización de parte de las experiencias y su filmación y al Proyecto FOMEC 122 de Física de la UNLP por la provisión de material. Muy particularmente los autores reconocen la participación de la Ing. María Isabel Cotignola en la elaboración de la guía sobre flotación.

Bibliografía

1. Viennot, L. (1979) *European J. of Science Educ.*, 1(2).
2. Posner, G. J. *et al.* (1986) *Science Education*, 66.
3. Driver, R. *et al.* (1989) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (Ed. Morata-MEC, Madrid).
4. Coll, C. (1991) *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Editorial Paidós. México.
5. Ausubel, D. B. Novak, J. D. y Hanesian, H. (1993) *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas, México.
6. Wells, M. and Hestenes, D. (1995). "*A modeling method for high school physics instructions*". *Am. J. Phys.* 63 (7).
7. L. Cudmani *et al.* (1996) *Encuentro de Pesquisadores de Física*, Aguas de Lindoia, SP, Brasil.
8. Lave, J. and Wenger, E. (1999) *Situated learning*. (Ed Cambridge University Press, Cambridge, M. A.).
9. *Handbook of Educational Psychology* (1996) Editado por D.C. Berliner y R.C. Calfee. 8a. Ed. MacMillan, New York.
10. Bordogna, C., Albano, E. (2001) Theoretical description of teaching-learning processes: A multidisciplinary approach. *Phys. Rev. Lett.* 87, 118701-118704.
11. Liwin, E. *Tecnología Educativa*. (1995) Cap. 3 Paidós. Bs. As. Argentina
12. Calverley, G., Fincham, D, and Bacon, D. (1998) *Comp. Educ.* 31, 151.
13. Ogborn, J. *et al.* (2004) *Science Educ.*, 89, 1, 56